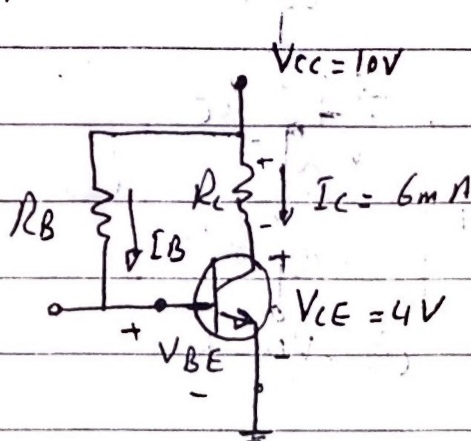


①

Solved Problems

- ١- دائرة الترانزستور البسيطة في شكل التالي
 اوجد قيم R_C و R_B اذا كان $I_C = 6mA$ ونقطة التشغيل
 ($V_{CE} = 4V$) و ($\beta = 200$) و ($V_{BE} = 0.7V$)



Solution :-

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد في الدارة بين المجمع والمصدر

$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CC} - V_{CE} = I_C R_C$$

$$\therefore R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} = \frac{10V - 4V}{6 \times 10^{-3} A} = 1k\Omega$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$\therefore R_C = 1k\Omega$$

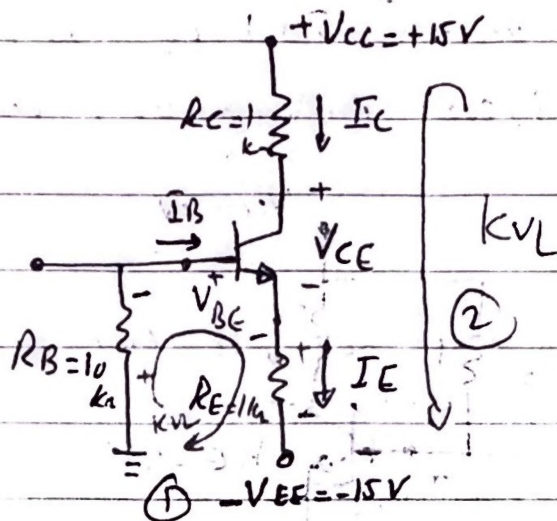
بتطبيق قانون كيرشوف للجهد في الدارة بين القاعدة والمصدر

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0 \Rightarrow V_{CC} - V_{BE} = I_B R_B$$

$$\therefore R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{(I_C / \beta)} = \frac{10V - 0.7V}{\left(\frac{6 \times 10^{-3} A}{200}\right)} = 310k\Omega$$

2

② الدارة البازن في الشكل إذا كانت $(V_{BE} = 0.84V)$ و $(\beta = 200)$ اوجد I_{CQ} ، I_{BQ} ، V_{CEQ}



KVL For Loop ①

$$-I_B R_B - V_{BE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$-(10 I_B) - 0.84 - (201 I_B)(1) + 15 = 0$$

$$\sim I_B = 0.067 \text{ mA} \Rightarrow I_B = 67 \mu\text{A}$$

$$I_C = \beta I_B = (200)(67 \mu\text{A}) = 13.41 \text{ mA}$$

$$\sim I_C = 13.41 \text{ mA}$$

KVL For loop ②

$$I_E = (\beta + 1) I_B = 13.479 \text{ mA}$$

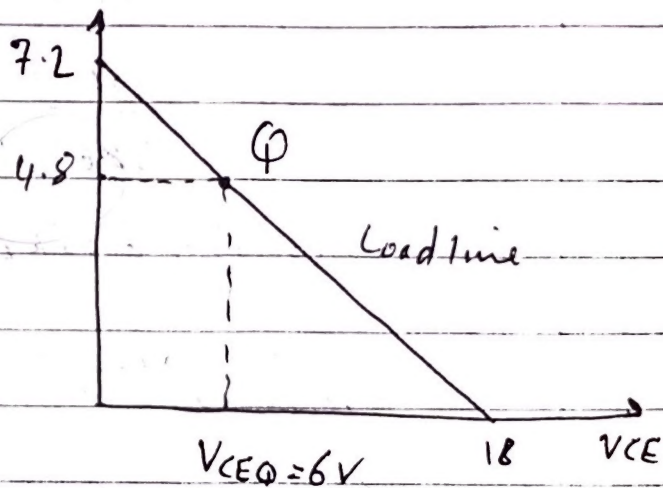
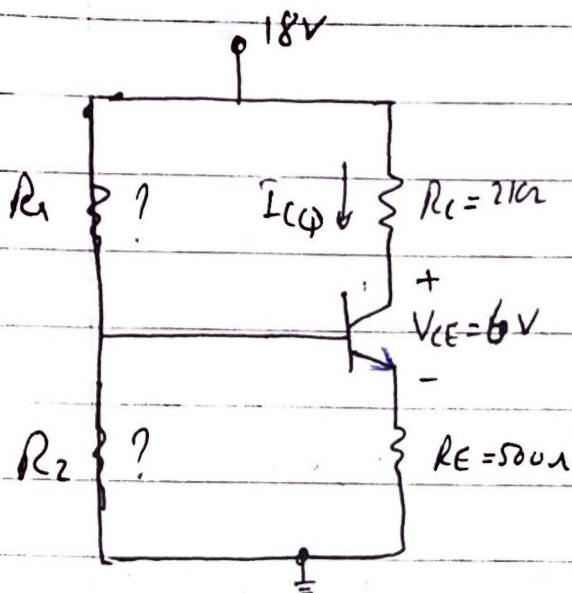
$$V_{CC} - I_C R_C - V_{CE} - I_E R_E + V_{EE} = 0$$

$$15 - (13.41)(1) - V_{CE} - (13.479)(1) + 15 = 0$$

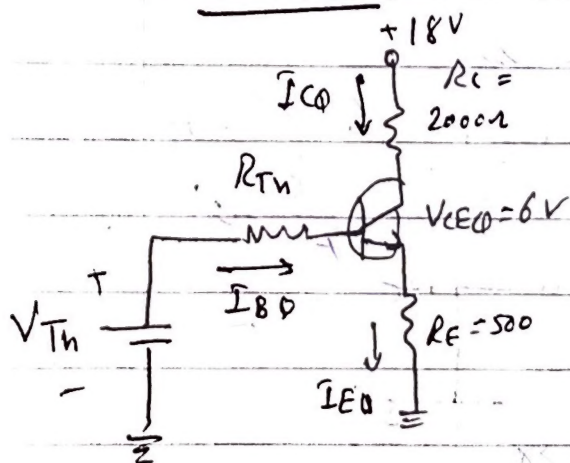
$$\sim V_{CE} = 3.11 \text{ V}$$

3- للدارة اكتب في كتابك اولى قيمه المقاومة R_1 و R_2 فقط
التفسير وخط الحزن هذه الدارة كما هو مبين في كتابك اولى

$$(\beta = 120) \quad (V_{BE} = 0.7)$$



Solution



$$V_{CEQ} = 6 \text{ volt}, \quad I_{CQ} = 4.8 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 40 \mu\text{A}$$

$$I_{EQ} = \left(\frac{\beta + 1}{\beta} \right) I_{CQ} = 4.84 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} \text{For bias stability } R_{Th} &= 0.1 (1 + \beta) R_E \\ &= 0.1 (121) 500 \\ &= 6050 \Omega \end{aligned}$$

$$V_{Th} = V_{CC} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{R_1} \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = \frac{R_{Th}}{R_1}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_{Th} &= V_{CC} \left(\frac{R_{Th}}{R_1} \right) \\ &= \frac{1}{R_1} (6050) (18) \end{aligned}$$

KVL BE

$$-V_{Th} + R_{Th} I_{BQ} + V_{BE} + R_E I_{EQ} = 0$$

$$- \left[\frac{1}{R_1} (6050) (18) \right] + (6050) (40 \mu\text{A}) + 0.7 + (500) (4.84 \text{ mA}) = 0$$

$$\therefore R_1 = \frac{6050(18)}{3.34} = 32.6 \text{ k}\Omega$$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$6.05 = \frac{(32.6)(R_2)}{32.6 + R_2}$$

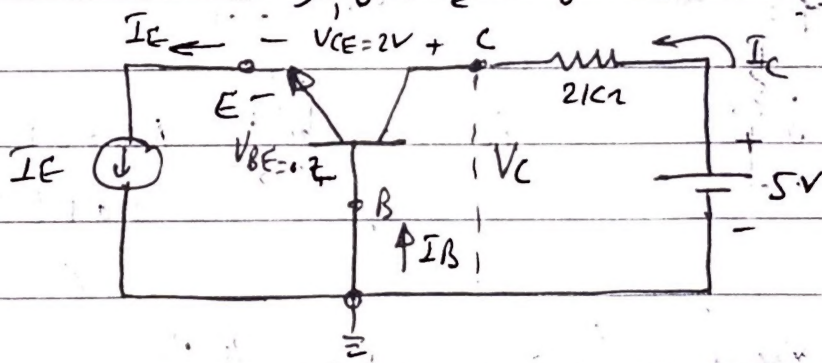
$$\therefore 6.05(32.6) + 6.05R_2 = 32.6R_2$$

$$\therefore (6.05)(32.6) = (32.6 - 6.05)R_2$$

$$R_2 = \frac{(6.05)(32.6)}{32.6 - 6.05} = 7.42 \text{ k}\Omega \#$$

(4) - الدائرة المبينة في الشكل التالي اذا كانت $(\beta = 120)$ و $(V_{BE} = 0.7)$ و $(V_{CE} = 2V)$

اوجد (التيارات I_C ، I_B ، I_E ، الجهد V_C)



$$V_C = V_{CE} = V_{BE} = 2 - 0.7 = 1.3 \text{ V}$$

$$I_C = \frac{5 - 1.3}{2000} = 1.85 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1.85}{120} = 15.4 \mu\text{A}$$

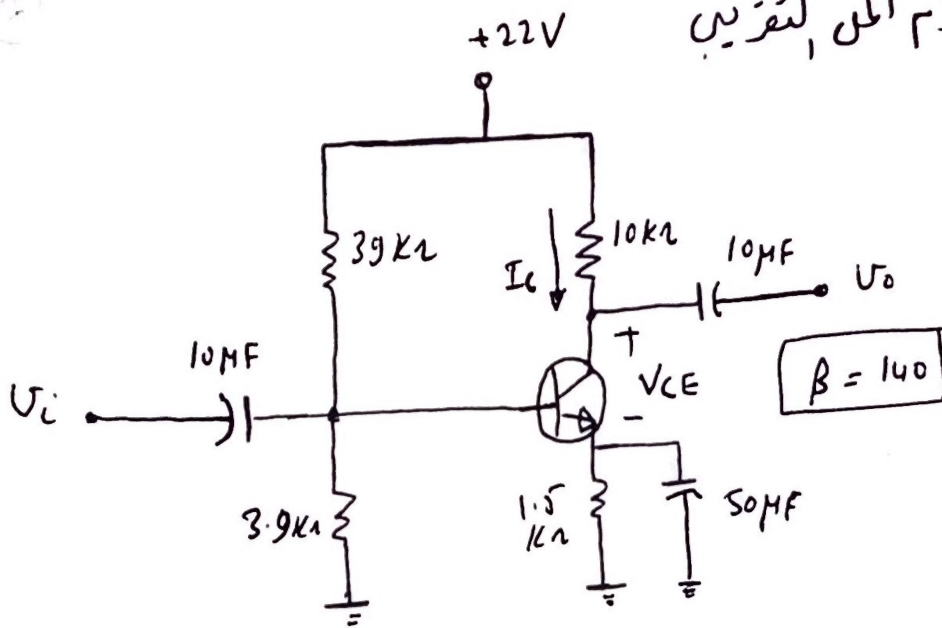
$$I_E = \left(\frac{1 + \beta}{\beta} \right) I_C = \frac{121}{120} (1.85 \text{ mA}) = 1.865 \text{ mA}$$

$$I_E = (\beta + 1) I_B$$

$$= (120 + 1) (15.4 \mu\text{A})$$

$$= 1.8634 \text{ mA}$$

سؤال ١- اطلب الجهد (V_{CE}) ولتيار (I_C) لدائرة مجزئ الجهد المعينه في الشكل.
وذلك باستخدام المن التقريبي



$$\beta R_E \geq 10 R_2$$

Testing

الحل :-

$$\beta R_E \geq 10 R_2$$

$$(140)(1.5k\Omega) \geq 10(3.9k\Omega)$$

$$210k\Omega \geq 39k\Omega$$

(satisfied) ok. ✓

$$\therefore V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = (22V) \cdot \frac{(3.9k\Omega)}{39k\Omega + 3.9k\Omega} = 2V$$

نلاحظ انه V_B تاردي نفس إفتة للجهد (V_{Th}) لذى سببه
الموصل في وتيرة الى الدفينة

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2V - 0.7V = 1.3V$$

$$I_{CQ} \approx I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1.3V}{1.5k\Omega} = 0.867mA$$

$$\begin{aligned} V_{CEQ} &= V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \\ &= 22V - (0.867mA)(10k\Omega + 1.5k\Omega) \\ &= 12.03V \end{aligned}$$

Design operations

لقد تناولنا في شرحنا السابق طريقتي تحليل الدوائر الإلكترونية وبالعالم خارج
كل فتيمة عناصر الدائرة يتم إعطاؤها ويتم العمل لإيجاد المجموع والخصائص في
الدائرة

التصميم

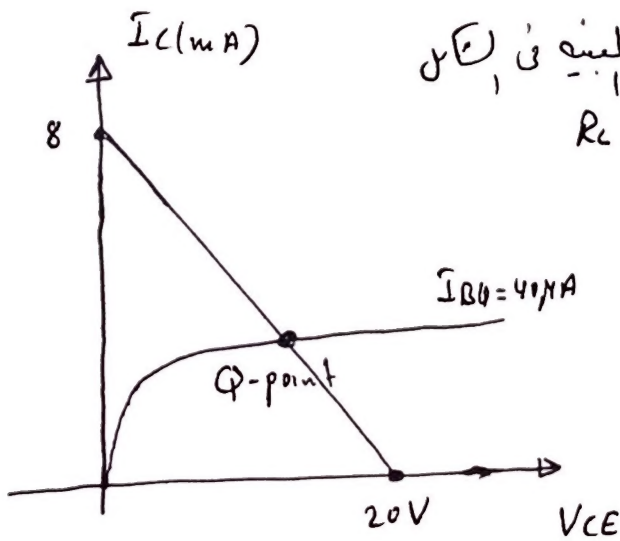
أما طريقتي التصميم للدوائر الإلكترونية فإلا المجموع والخصائص تمدد أما عناصر
الدائرة فيطلب تحديد قيمها لكي تلحق المتطلبات من التيار والمجهود في الدائرة وهذا
يتطلب

① فهم دقيقتي المواضع لبناء الدوائر الإلكترونية وإعطاء قيم تستخدم في الدائرة

② فهم دقيقتي المعادلات الأساسية للدوائر والتكامل

③ فهم القوانين الأساسية التي تتحكم في تحليل الدوائر مثل (قانون
أوم، قانون كيرشوف للمجهود - - - - -)

كما يتطلب الأمر فهم بعض الجوانب وضع بعض الفرضيات لبناء على أساس
بعض الاستنتاجات في تصميم الدوائر.

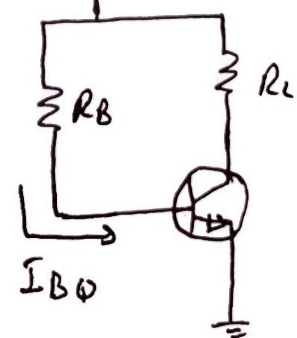


مثال :- مع فلان إعطيات لبنية في إلك

أو مبرقية R_c ، R_B ، V_{CC}

للدائرة لبنية في إلك

(كما يلي V_{CC})



Solution

لنأخذ دافئ في سخن لخصه نكم ابار فيه الهم (Vcc)

$$V_{CC} = 20 \text{ V}$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \Big|_{V_{CE} = 0}$$

$$\therefore R_C = \frac{V_{CC}}{I_C} = \frac{20 \text{ V}}{8 \text{ mA}} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \Rightarrow R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$
$$= \frac{20 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{40 \mu\text{A}}$$
$$= 482.5 \text{ k}\Omega$$

standard resistor values

$$R_C = 2.4 \text{ k}\Omega$$

$$R_B = 470 \text{ k}\Omega$$

باستخدام المقاومات (standard) نكم الامارة صاحب تيار لقاعدة (IB)

$$\therefore I_B = 41.1 \mu\text{A}$$

وهذه القيمة تختلف بسبب 5% عن القيمة المحددة.

مثال: - دائرة مجزئ الجهد لبعينه في الشكل اذا كانت $I_{CQ} = 2mA$ ، $V_{CEQ} = 10V$ ،
اوهرقه كرس R_c ، R_1

- الحل -

$$V_E = I_E R_E \cong I_C R_E$$

$$= (2mA)(1.2k\Omega) = 2.4V$$

$$V_B = V_{BE} + V_E = 0.7V + 2.4V = 3.1V$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = 3.1V$$

$$\frac{(18k\Omega)(18V)}{R_1 + 18k\Omega} = 3.1V$$

$$324k\Omega = 3.1R_1 + 55.8k\Omega$$

$$3.1R_1 = 268.2k\Omega \Rightarrow R_1 = \frac{268.2k\Omega}{3.1}$$

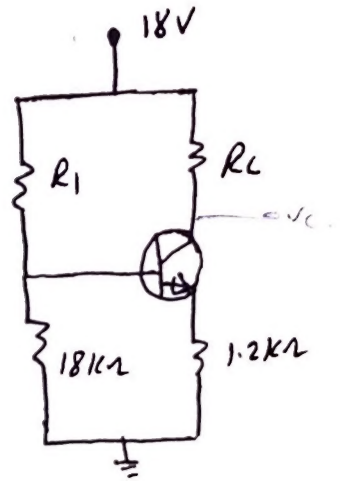
$$= 86.52k\Omega$$

$$R_c = \frac{V_{RC}}{I_C} = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C}$$

$$V_C = V_{CE} + V_E = 10 + 2.4 = 12.4V$$

$$\therefore R_c = \frac{18V - 12.4V}{2mA}$$

$$= 2.8k\Omega$$

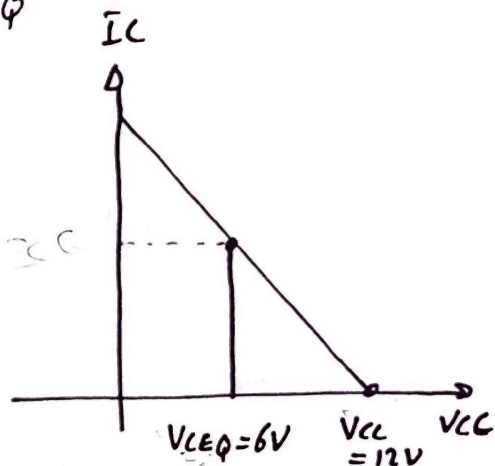
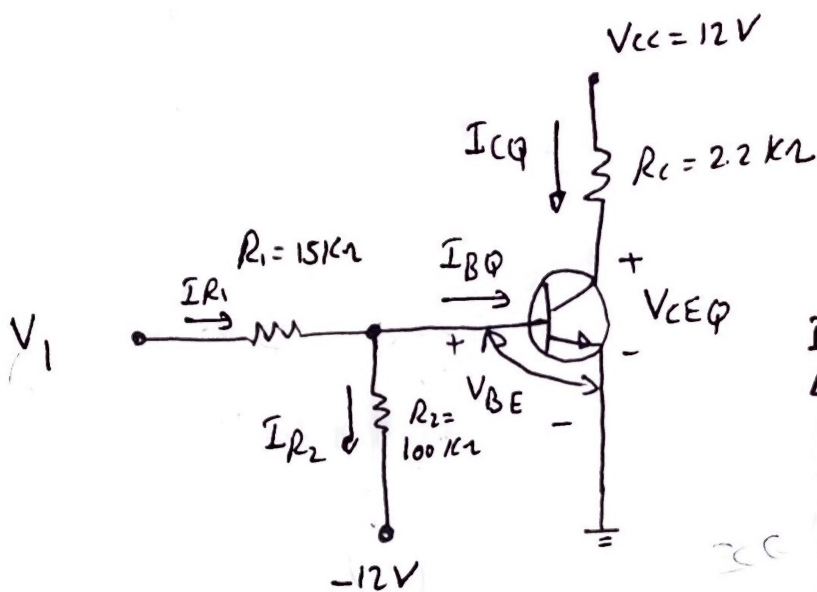


standard values nearest to R_1 are 82 and 91kΩ

$$86.7k\Omega = 4.7k\Omega + 82k\Omega$$

١١

مثال: - للدائرة المبينة في الشكل اذا كانت $(\beta = 30)$ و $(V_{BE} = 0.7V)$ اوجد
المجهول V_1 بحيث تكون V_{CEQ} في مركز خط الحمل



لنصف مركز خط الحمل

$$V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} = \frac{12V}{2} = 6V$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{R_C} = \frac{12 - 6}{2200} = 2.73 \text{ mA}$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{2.73 \text{ mA}}{30} = 0.091 \text{ mA} = 91 \mu\text{A}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{BE} - (-12)}{100000} = \frac{0.7 + 12}{100,000} = \frac{12.7}{100,000} = 0.127 \text{ mA}$$

$$I_{R1} = I_{R2} + I_{BQ} = 0.127 \text{ mA} + 0.091 \text{ mA} = 0.218 \text{ mA}$$

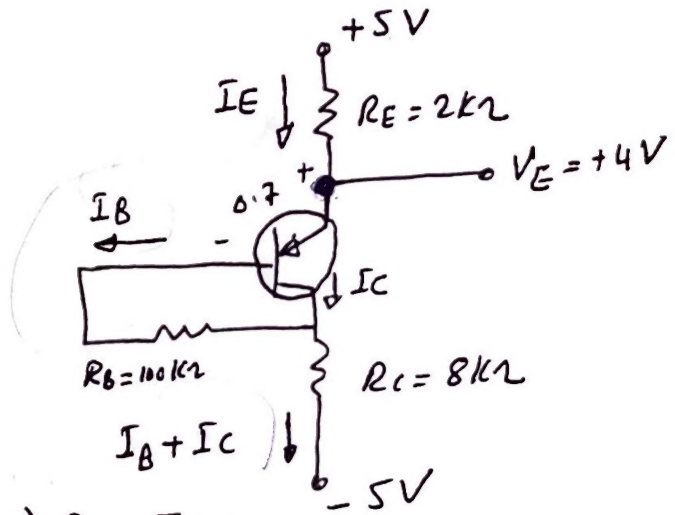
$$V_1 = I_{R1} R_1 + V_{BE} = (0.218 \text{ mA})(15k\Omega) + 0.7 = 3.97V$$

مثال ١ - الدائرة المبينة في الشكل اوجد قيم β

الحل

$$I_E = \frac{5 - 4}{R_E} = \frac{1}{2000} = 0.5 \text{ mA}$$

باستخدام قانون كيرشوف للجهد $V_E \approx$ إلى
مسار الجهد (-5V)



$$-4V + 0.7V + I_B R_B + (I_B + I_C) R_C - 5 = 0$$

$$I_E = I_B + I_C \quad \text{نكس،}$$

$$\therefore I_B + I_C = I_E = 0.5 \text{ mA}$$

$$\therefore -4V + 0.7V + (100000) I_B + 0.5 \text{ mA} (8k\Omega) = 5$$

$$\therefore I_B = \frac{4 - 0.7 - 4 + 5}{100,000} = 0.043 \text{ mA} = 43 \mu\text{A}$$

$$I_E = (1 + \beta) I_B$$

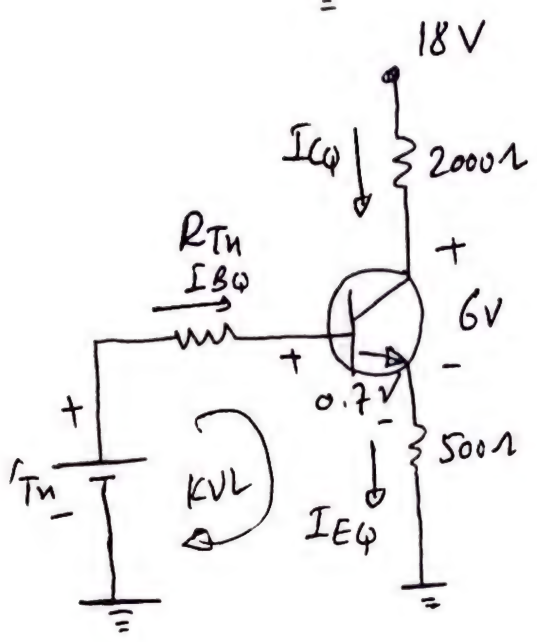
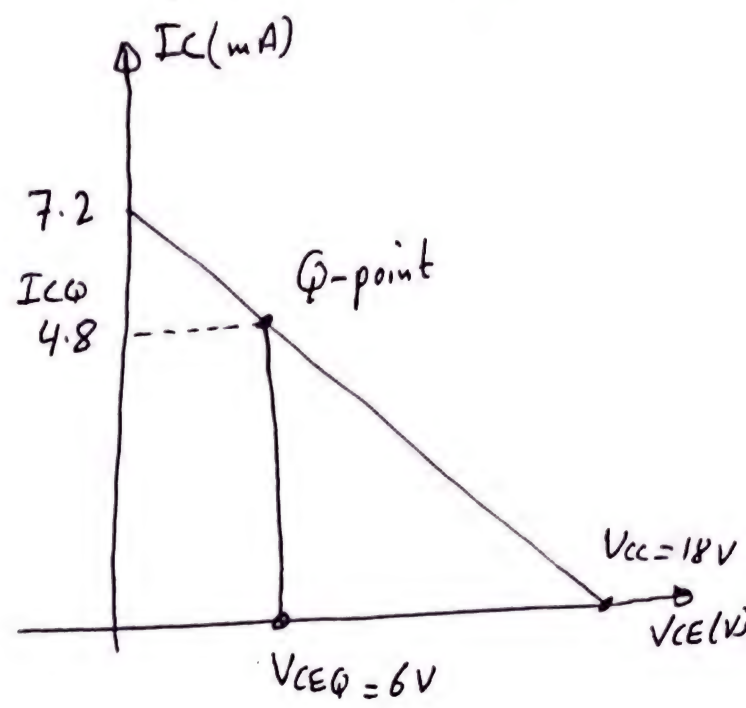
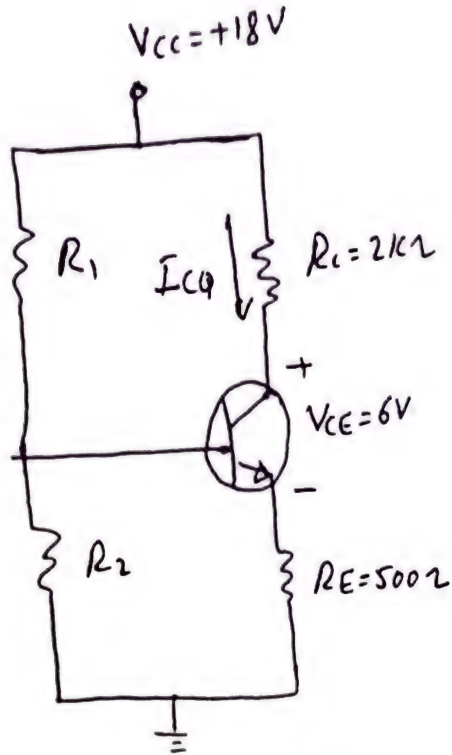
$$\therefore 1 + \beta = \frac{I_E}{I_B} = \frac{0.5}{0.043} = 11.628$$

$$\therefore \beta = 11.628 - 1 = 10.63 \quad \#$$

13

مثال:- في الدائرة الجيبية في الشكل وكذلك خط الحمل لطاقتي الترانزستور
 حدد قيمه كدسر R_1, R_2 لتقوية شبات نقطة التشغيل اذا كانت

$(\beta = 120) \text{ و } (V_{BE} = 0.7)$



مع الشك
 $V_{CEQ} = 6V$
 $I_{CQ} = 4.8 \text{ mA}$
 $I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{4.8 \text{ mA}}{120} = 40 \mu A$
 $I_{EQ} = \left(\frac{\beta+1}{\beta}\right) I_{CQ} = 4.84 \text{ mA}$

For bias stability $R_{TH} = 0.1 (1+\beta) R_E$
 $= 6050 \Omega$

$V_{TN} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

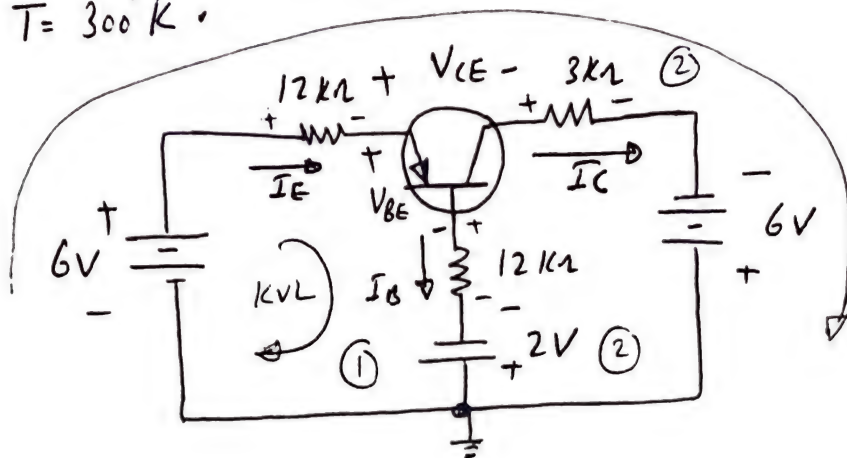
$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{R_1} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_{TH}}{R_1} \quad \sim V_{TN} = V_{CC} \left(\frac{R_{TH}}{R_1} \right)$
 $= \frac{1}{R_1} (6050)(18)$

KVL

$-V_{TN} + R_{TH} I_{BQ} + V_{BE} + R_E I_{EQ} = 0$
 $\sim R_1 = \frac{6050(18)}{3.34} = 32.6 \text{ k}\Omega$ $R_2 = \frac{6.05 (32.6)}{32.6 - 6.05} = 7.42 \text{ k}\Omega$

Solved problems (T.3)

- 1- The transistor in the circuit shown below has $\beta = 75$. Determine the quiescent values for I_{CQ} and V_{CEQ} , assume $V_{BE(on)} = 0.7V$ and $T = 300^\circ K$.



①

$$-6 + I_E R_E + V_{BE} + I_B R_B - 2 = 0$$

$$\text{since } I_E = (\beta + 1) I_B$$

$$\therefore (\beta + 1) I_B R_E + I_B R_B = 8 - 0.7$$

$$\therefore I_B = \frac{8 - 0.7}{76(12k\Omega) + 12k\Omega} = 7.9 \mu A$$

$$I_E = (\beta + 1) I_B = (75 + 1)(7.9 \mu A) = 0.6 \text{ mA}$$

$$I_{CQ} = \beta I_B = 0.593 \text{ mA}$$

②

$$-6 + I_E R_E + V_{CE} + I_C R_C - 6 = 0$$

$$\therefore V_{CE} = 12 - (0.6)(12k\Omega) - (0.592)(3k\Omega) \approx 3V$$

- 15 2- An npn transistor has a reverse-saturation current of $I_s = 10^{-13}$ Amper and a current gain $\beta_F = 90$. The transistor is biased at $V_{BE} = 0.685V$ and $T = 300^\circ K$. Determine the emitter, base, and collector currents. (T.3)

Solution

For BE junction

$$\begin{aligned} I_E &= I_s e^{V_{BE}/V_T} \\ &= 10^{-13} e^{(0.685/0.026)} = 27.7 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\sim \boxed{I_E = 27.7 \text{ mA}}$$

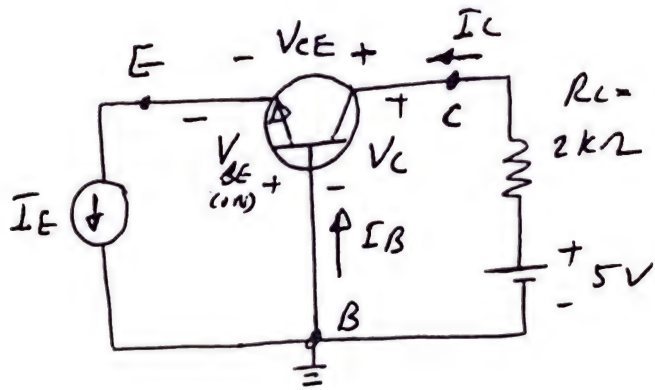
$$I_C = \left(\frac{\beta}{1+\beta} \right) I_E = \frac{90}{91} (27.7 \text{ mA}) = 27.4 \text{ mA}$$

$$\sim \boxed{I_C = 27.4 \text{ mA}}$$

$$I_B = I_E - I_C = 0.3 \text{ mA}$$

$$\sim \boxed{I_B = 0.3 \text{ mA}}$$

3- Consider the circuit shown below. For the npn transistor (T.3) $\beta = 120$, $V_{CE} = 2V$, and $V_{BE(on)} = 0.7V$. Determine the collector, emitter, and base currents I_C , I_E and I_B



Solution

$V_{BE(on)} = 0.7$ Assume Forward Active mode

$$V_C = V_{CE} - V_{BE(on)} = 2 - 0.7 = 1.3V$$

$$I_C = \frac{5 - 1.3}{2000} = \frac{5 - V_C}{R_C} = 1.85 \text{ mA}$$

$$I_E = \left(\frac{1 + \beta}{\beta} \right) I_C \text{ OR } \frac{I_C}{\alpha} = \left(\frac{121}{120} \right) (1.85 \text{ mA}) = 1.865 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \text{ OR } I_E - I_C = \frac{1.85}{120} = 15.4 \mu A$$

check

$$I_C + I_B = I_E$$

$$1.865 = 1.865 \quad \#$$

4. consider the circuit shown below. For the transistor (T.3)
 $\beta = 75$ and $V_{EB(on)} = 0.7V$.

Determine the collector current I_C , and the emitter-to-collector Voltage V_{EC} .

Solution

⊛ KVL from $+8V \rightarrow -2V$ sources

$$-8 + (\beta + 1)I_B R_E + 0.7V + I_B R_B - 2 = 0$$

$$I_B = \frac{8 - 0.7 + 2}{76(10k\Omega) + 10k\Omega} = 12.1\mu A$$

$$I_C = \beta I_B = (75)(12.1\mu A) = 0.906mA$$

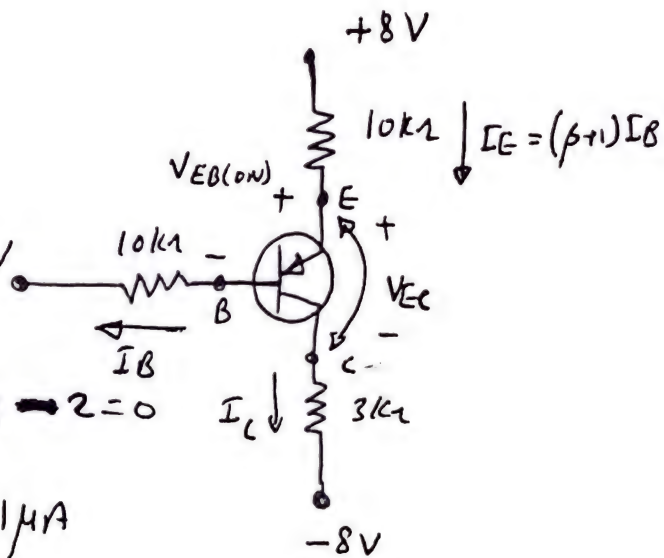
$$I_E = (\beta + 1)I_B = 76(12.1\mu A) = 0.9292mA$$

⊛ KVL from $+8V \rightarrow -8V$ sources

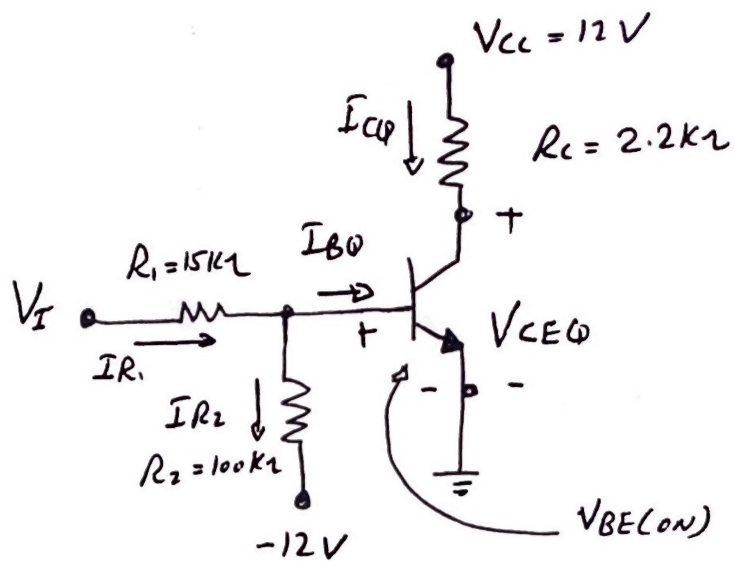
$$-8 + R_E I_E + V_{EC} + R_C I_C - 8 = 0$$

$$\therefore V_{EC} = 16 - (10k)(0.9292mA) - (3k)(0.906mA)$$

$$\cong 4V$$



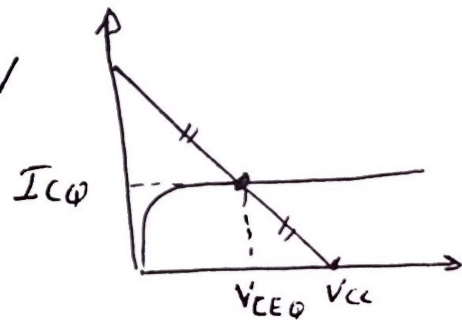
- 5- For the circuit shown below, $\beta = 30$ and $V_{BE(on)} = 0.7$. Find the voltage V_I such that V_{CEQ} is at the center of the load line.



Solution

At the center of load line $V_{CEQ} = \frac{V_{CC}}{2} = 6V$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{R_C} = \frac{12 - 6}{2200} = 2.73 \text{ mA}$$



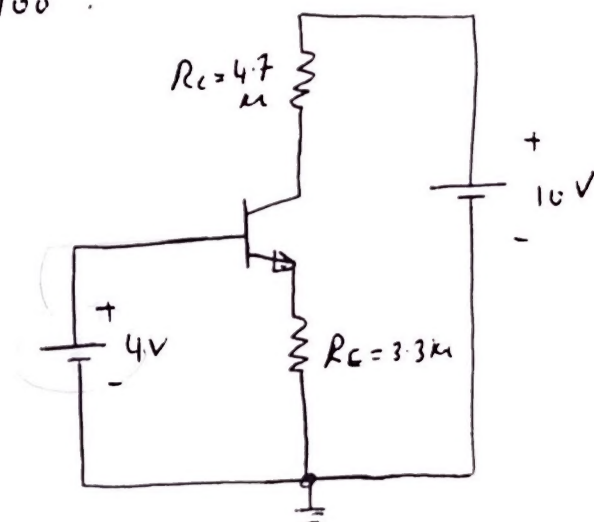
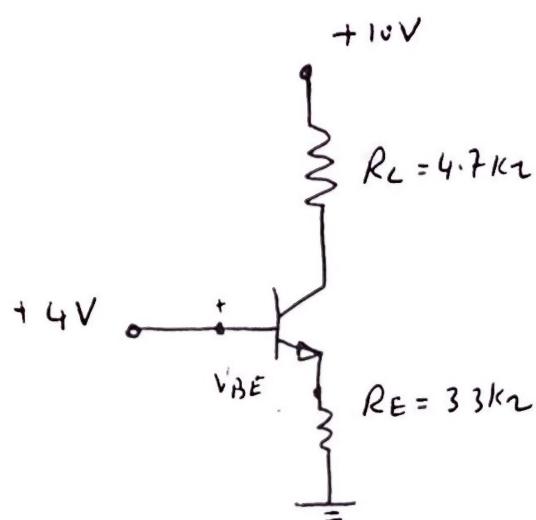
$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{2.73}{30} = 0.091 \text{ mA} = 91 \mu\text{A}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{BE(on)} - (-12)}{R_2} = \frac{0.7 + 12}{100,000} = \frac{12.7}{100,000} = 0.127 \text{ mA}$$

$$I_{R1} = I_{R2} + I_{BQ} = 0.127 \text{ mA} + 0.091 \text{ mA} = 0.218 \text{ mA}$$

$$V_I = I_{R1} R_1 + V_{BE(on)} = (0.218 \text{ mA})(15 \text{ k}\Omega) + 0.7 \text{ V} = 3.97 \text{ V}$$

6-1. Consider the circuit shown in the following figure, (T.3)
analyze this circuit to determine all node voltages and
branch currents. Assume $\beta = 100$.



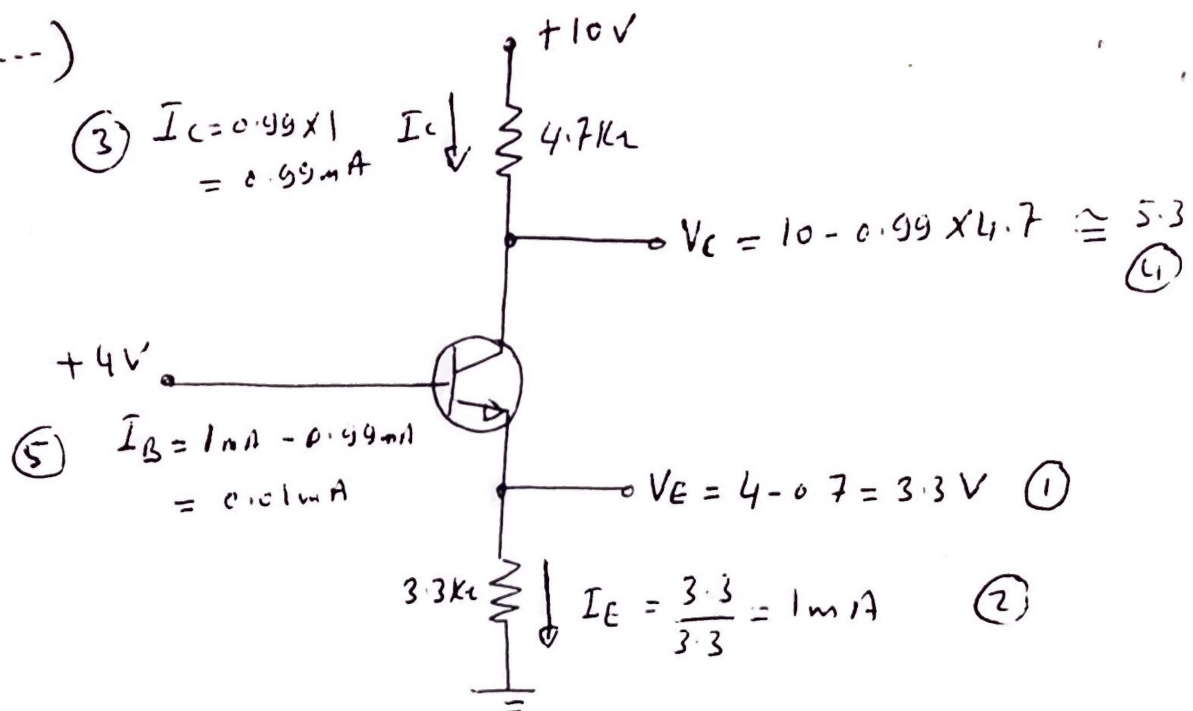
- في حالة طي لا نستطيع ان نعرف انه اذ كان مستعد - نعمل في منطقة ايثا ط (افعالة)
 active mode ثم لا . وبالتالى يمكننا ان نعلم انه قد تم اذ كان مستعد - نعمل
 في المنطقة افعالة ونستمر في العمل ومن خلال ايثا ط نكتشف انه قد تم افعالة ثم لا
 فادراك ان اذ كان مستعد فالتالى نعلم اننا قد اذ كان مستعد ثم لا اذا اذ كان مستعد غير مستعد
 فالتالى نستطيع ان نعرف اننا قد اذ كان مستعد ثم لا اننا قد اذ كان مستعد .

- From the circuit we note that the base is connected to $+4V$, and the emitter is connected to ground through a resistor R_E .
- It therefore is safe to conclude that the base-emitter junction will be forward-biased. Assuming that this is the case and assuming that V_{BE} is approximately $0.7V$.

$$\therefore V_E = 4 - V_{BE} \approx 4 - 0.7 = 3.3V$$

Now we know the voltages at the two ends of R_E , then we can determine the current I_E

6.2
(Continued...)



$$\therefore I_E = \frac{V_E - 0}{R_E} = \frac{3.3 \text{ V}}{3.3 \text{ k}\Omega} = 1 \text{ mA}$$

* Since the collector is connected through R_C to +10V power supply, it appears possible that the collector voltage will be higher than the base voltage (which is essential for active mode operation).

$$\therefore I_C = \alpha I_E \quad \text{and} \quad \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} = 0.99$$

$$\therefore I_C = 0.99 \times 1 = 0.99 \text{ mA}$$

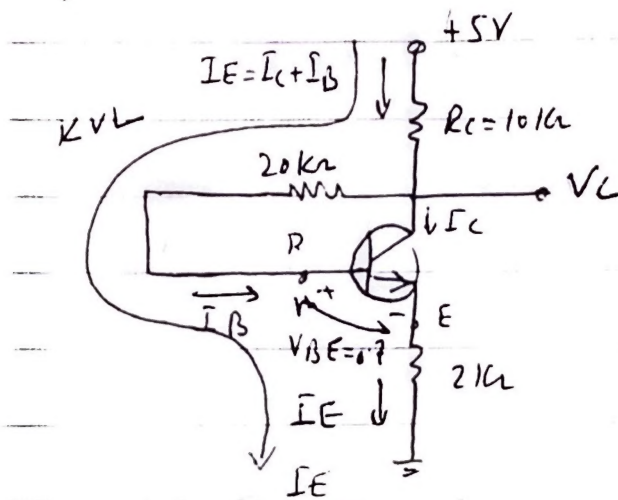
$$V_C = 10 - I_C R_C = 10 - 0.99(4.7 \text{ k}\Omega) \approx 5.3 \text{ V}$$

Since the base is at +4V the collector-base junction is reverse biased by 1.3V and the transistor indeed in the active mode.

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{1}{101} \approx 0.01 \text{ mA}$$

5

5- دائرة الترانزستور المبينة في الشكل إذا كانت $(\beta = 100)$ $(V_{BE} = 0.7V)$ اوجد قيمة الجهد V_C



$$\text{KVL} \quad -5 + (\bar{I}_C + \bar{I}_B) R_C + \bar{I}_B R_B + V_{BE} + \bar{I}_E R_E = 0$$

$$\bar{I}_E = (\beta + 1) \bar{I}_B$$

$$\therefore (1 + \beta) \bar{I}_B R_C + \bar{I}_B R_B + (1 + \beta) \bar{I}_B R_E = 5 - 0.7$$

$$\therefore \bar{I}_B = \frac{4.3V}{101(10k\Omega) + 20k\Omega + (101)(2k\Omega)} = 3.44 \mu A$$

$$V_C = 5 - \bar{I}_{R_C} R_C = 5 - (101)(3.44 \mu A)(10k\Omega)$$

$$\therefore V_C = 1.5V$$